



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 469 317 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91110976.7**

51 Int. Cl.⁵: **E21B 44/00, E21B 17/07,
E21B 7/06**

22 Anmeldetag: **03.07.91**

30 Priorität: **30.07.90 DE 4024107**

72 Erfinder: **Jürgens, Rainer, Dr.-Ing.**
Osterloher Landstrasse 20
W-3100 Celle(DE)
Erfinder: **Makohl, Friedhelm**
Weesener Strasse 36
W-3102 Hermansburg(DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.02.92 Bulletin 92/06

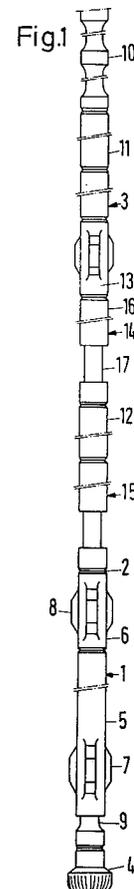
84 Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB NL

71 Anmelder: **BAKER HUGHES INCORPORATED**
3900 Essex Lane Suite 1200
Houston Texas 77027(US)

74 Vertreter: **Busse & Busse Patentanwälte**
Postfach 1226 Grosshandelsring 6
W-4500 Osnabrück(DE)

54 **Verfahren und Bohreinrichtung zum Abteufen einer Bohrung in unterirdische Gesteinsformationen**

57 Bei einem Verfahren und einer Bohreinrichtung zum Abteufen einer Bohrung in unterirdische Gesteinsformationen wird ein stirnseitig mit einem Drehbohrmeißel (4) versehenes, über eine Teleskopverbindung (14;15) zumindest bereichsweise axial relativ zu einem Bohrrohrstrang parallelverschiebliches Bohrwerkzeug (1) durch den Bohrrohrstrang (3) mit Bohrspülung versorgt und aus der Bohrspülung eine hydraulische Meißelandruckkraft abgeleitet. Dabei wird die Meißelandruckkraft in Abhängigkeit von sich während des Abteufens ändernden Bohrparametern durch obertägig gesteuerte Veränderung der für die hydraulische Kraftableitung maßgeblichen hydraulischen Parameter eingestellt.



EP 0 469 317 A2

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Abteufen einer Bohrung in unterirdische Gesteinsformationen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. dem Oberbegriff des Anspruchs 6.

Das Abteufen von Bohrungen mit einem über eine Teleskopverbindung axial relativ zum Bohrrrohrstrang begrenzt parallelverschieblichen Bohrwerkzeug verfolgt bei vorbekannten Verfahren und Bohreinrichtungen unterschiedliche Ziele. Ein Hauptziel ist die Möglichkeit zu Längenanpassungen (DE-GM 88 16 167), wie sie insbesondere bei dem Abteufen von Bohrungen von schwimmenden Bohrplattformen aus erwünscht und notwendig ist. In einem anderen Falle (US-PS 4 440 241) bezweckt die Längenveränderbarkeit eine Einstellung des Abstandes zwischen einem ersten Stabilisator, der nahe dem Drehbohrmeißel angeordnet ist, und einem zweiten Stabilisator oberhalb des ersten, um das Biegeverhalten des Bohrwerkzeugs und damit den Anstellwinkel der Mittelachse des Drehbohrmeißels zur Bohrlochachse und auf diese Weise den Bohrlochverlauf zu beeinflussen. Bei Schlag-
scheren schließlich dient die Teleskopverbindung dazu, ein Bewegungsspiel für die Ausführung von Schlägen zu schaffen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, das eine Erhöhung des Bohrfortschritts bei sich ändernden Bohrparametern wie der Gesteinsfestigkeit ermöglicht.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Hinsichtlich weiterer Ausgestaltungen des Verfahrens wird auf die Ansprüche 2 bis 5 verwiesen.

Das Verfahren nach der Erfindung mit seiner obertägig gesteuerten Anpassung der Meißelandruckkraft durch Veränderung der für die hydraulische Kraftableitung auf den Drehbohrmeißel maßgeblichen hydraulischen Parameter gewährleistet eine Optimierung des Bohrfortschritts in Ansehung der jeweils gegebenen Gesteinsfestigkeit, des Richtungsverlaufes der Bohrung, der Ausbildung und der Umlaufgeschwindigkeit des Drehbohrmeißels und sonstiger für den Bohrverlauf maßgeblichen Bohrparameter. Dabei verleiht sich die Belastung des Drehbohrmeißels durch Ausschluß von Rückwirkungen des Bohrrrohrstranges, der infolge seiner als Torsionsfeder ständig axiale Schwingungen erzeugt, infolge der mechanischen axialen Abkopplung des Bohrwerkzeugs.

Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zugrunde, eine baulich einfache Bohreinrichtung zu schaffen, bei der der Drehbohrmeißel des Bohrwerkzeugs unter für den Bohrvorgang verbesserten Bedingungen und weitgehend frei von systemeigenen Störeinflüssen arbeitet.

Diese Aufgabe löst die Erfindung durch ein

Bohrwerkzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 6. Hinsichtlich wesentlicher weiterer Ausgestaltungen wird auf die Ansprüche 7 bis 25 verwiesen.

Das Bohrwerkzeug ermöglicht bei baulich einfacher Ausbildung und zuverlässiger Arbeitsweise eine von systemeigenen Störeinflüssen weitgehend freie Beaufschlagung des Drehbohrmeißels mit einer an die Formationsverhältnisse angepaßten Meißelandruckkraft. Da der unterhalb der Teleskopvorrichtung gelegene Teil der Bohreinrichtung mit dem darüber befindlichen Teil axial lediglich hydraulisch gekoppelt ist, sind alle Bestandteile oberhalb der Teleskopvorrichtung lediglich auf Zug belastet mit der Folge einer erhöhten Standfestigkeit der Bohreinrichtung, deren Gewinde entlastet sind. Die Schwerstangen haben hauptsächlich nur noch die Aufgabe einer Ausknicksicherung wodurch sich die Bohreinrichtung vereinfacht. Im übrigen ist eine außerordentlich feinfühlig obertägige Ermittlung des hydraulisch aufgebrauchten Meißelandrucks möglich, da die Reaktionskraft für die Meißelandruckkraft, die durch das Gewicht des Bohrrrohrstranges kompensiert wird, aus der Hakenlast leicht und genau ableitbar ist.

Weitere Einzelheiten und Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung des Verfahrens sowie der Bohrvorrichtung anhand der Zeichnung, in der mehrere Ausführungsbeispiele des Gegenstands der Erfindung näher veranschaulicht sind. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine abgebrochene Gesamtseitenansicht einer Bohreinrichtung nach der Erfindung,

Fig. 2 einen axialen Halbschnitt durch eine erste erfindungsgemäße Ausführung einer mit Mitteln zur Veränderung der axialen Druckkraftableitung aus der Bohrspülung versehenen Teleskopvorrichtung,

Fig. 3 eine Darstellung ähnlich Fig. 2 einer zweiten erfindungsgemäßen Ausführung einer Teleskopvorrichtung mit Mehrfachanordnung von druckableitenden Mitteln,

Fig. 4 bis 6 Darstellungen einer dritten erfindungsgemäßen Ausführung in unterschiedlichen Auszugslängen,

Fig. 7 bis 8 Darstellungen einer vierten erfindungsgemäßen Ausführungsform in unterschiedlichen Auszugslängen, und

Fig. 9 bis 11 eine Darstellung ähnlich Fig. 2 einer fünften erfindungsgemäßen Ausführung in unterschiedlichen Auszugslängen im Aus-

schnitt.

Die in Fig. 1 veranschaulichte Bohreinrichtung umfaßt ein Bohrwerkzeug 1, das über Anschlußmittel in Gestalt eines Anschlußgewindes 2 mit einem Bohrrohrstrang 3 verbunden und an seinem dem Bohrrohrstrang 3 abgewandten Ende mit einem Drehbohrmeißel 4 versehen ist. Das rohrförmige Außengehäuse 5,6 des Bohrwerkzeugs ist in seinem unteren und oberen Bereich je mit einem von Stabilisatorrippen bzw. -flügeln 7,8 gebildeten Stabilisator versehen. Der Drehbohrmeißel 4 kann unmittelbar verdrehfest mit dem Außengehäuse 5,6 des Bohrwerkzeugs 1 verbunden sein und seinen Drehantrieb vom Bohrrohrstrang 3 erhalten. Bevorzugt ist im Außengehäuse 5,6 jedoch ein Tieflochmotor irgendeiner bekannten oder geeigneten Ausbildung, z.B. ein von der Bohrspülung betriebener Moineau-Motor oder eine von der Bohrspülung betriebene Turbine, vorgesehen, mit dessen Abtriebswelle 9 der Drehbohrmeißel 4 verbunden ist. Das Außengehäuse 5,6 des Bohrwerkzeugs kann mit seiner Längsmittelachse koaxial zur Drehachse der Teile 4,9 ausgerichtet sein, wie dies in der Zeichnung dargestellt ist, jedoch besteht auch die Möglichkeit, das Bohrwerkzeug als Richtbohrwerkzeug, insbesondere als Navigationsbohrwerkzeug auszugestalten, bei dem durch Schräglagerung der Abtriebswelle 9 im Außengehäuseteil 5 und/oder durch Abknickungen im Bereich der Außengehäuseteile 5,6 der Drehachse für die Teile 4,9 ein zur Bohrlochachse geringfügig abgewinkelter Verlauf vorgegeben wird.

Der lediglich mit seinem unteren Ende veranschaulichte Bohrrohrstrang 3 umfaßt bei dem dargestellten Beispiel ein schweres Bohrgestänge 10, von dem mehrere übereinander angeordnet sein können, Schwerstangen 11,12, einen Stabilisator 13 sowie bei dem dargestellten Beispiel gemäß Fig. 1 zwei untereinander gleiche oder voneinander baulich verschiedene Teleskopvorrichtungen 14,15. Diese haben in allen nachfolgend näher beschriebenen Ausführungen jeweils ein äußeres Rohrteil 16, ein in diesem axial parallelverschieblich geführtes inneres Rohrteil 17 und von Anschlußgewinden 18,19 gebildete Anschlußmittel für einen Einbau in den unteren Bereich des Bohrrohrstranges 3. Anstelle eines solchen Einbaus in den unteren Bereich des Bohrrohrstranges 3 und direkt oberhalb des Bohrwerkzeugs 1 kann auch eine einzelne Teleskopvorrichtung zwischen dem Bohrwerkzeug 1 und dem Bohrrohrstrang 3 oder zwischen dem oberen und dem unteren Teil 6 bzw. 5 des Außengehäuses des Bohrwerkzeugs 1 angeordnet werden.

Wie die Fig. 2 mit einer ersten Ausführung einer Teleskopvorrichtung 14 (bzw. 15) erkennen läßt, sind zwischen dem aus untereinander verschraubten Rohrabschnitten 20,21,22 gebildeten

äußeren Rohrteil 16 und dem inneren Rohrteil 17 Mittel zur rotatorischen Kupplung beider Rohrteile 16,17 vorgesehen, die bei dem dargestellten Beispiel von einer axialen Nut/Feder-Verbindung gebildet sind. Die Federn 23, von denen mehrere regelmäßig über den Umfang verteilt angeordnet sein können, sind bei dem Beispiel nach Fig. 2 im äußeren Rohrteil 16 festgelegt, während die Nuten 24 am inneren Rohrteil 17 vorgesehen sind. Das äußere Rohrteil 16 bildet dabei das strangseitige und das innere Rohrteil 17 das meißelseitige Bauteil.

Das meißelseitige Rohrteil 17, das in Fig. 2 in seiner Einschubendstellung im strangseitigen Rohrteil 16 veranschaulicht ist, weist bei der Ausführung nach Fig. 2 eine Druckfläche 25 auf, die zur Ableitung einer resultierenden Meißelandruckkraft von durch den Bohrrohrstrang 3 und das Bohrwerkzeug 1 abwärts hindurchgeförderter Bohrspülung axial beaufschlagbar ist. Diese Druckfläche 25 ist bei der Ausführung nach Fig. 2 von der der anströmenden Bohrspülung zugewandten Kolbenfläche eines Ringkolbenteils 26 gebildet, der am Umfang gegen einen Zylinder-Wandbereich 27 des strangseitigen Rohrteils 16 über Dichtungen 28 abgedichtet ist. Der Außendurchmesser des Ringkolbenteils 26 definiert dementsprechend die wirksame hydraulische Fläche.

Der Ringkolbenteil 26 ist bevorzugt ein gesondertes, auswechselbar mit dem meißelseitigen Rohrteil 17 verbundenes Bauteil, das ein Mittel zur Veränderung der für die hydraulische Kraftableitung auf das meißelseitige Rohrteil 17 maßgeblichen hydraulischen Parameter bildet und hierzu gegen ein solches mit einem anderen Außendurchmesser ausgewechselt werden kann, und zwar gemeinsam mit dem den Zylinderwandbereich 27 des strangseitigen Rohrteils 16 definierenden Rohrabschnitt 21, der infolge seiner Verschraubung mit den Rohrabschnitten 20,22 ebenfalls leicht auswechselbar ist. Anstelle eines Teilewechsels als Mittel zur Veränderung der Meißelandruckkraft oder zusätzlich dazu kann die Meißelandruckkraft durch obertägig gesteuerte Veränderung des Volumens in der Bohrspülung verändert werden, was mit Hilfe der Förderpumpe für die Bohrspülung und in Abhängigkeit von der Hakenlast des Bohrrohrstranges leicht und einfach durchführbar ist.

Anstelle einer einzigen Druckfläche kann das meißelseitige Rohrteil 17 auch mehrere, axial im Abstand hintereinander angeordnete Druckflächen 29,30 umfassen, die jeweils für sich von der anströmenden Bohrspülung eine Axialkraft ableiten, die additiv an der Bildung der resultierenden Meißelandruckkraft beteiligt ist.

Eine derartige Ausführung veranschaulicht die Fig. 3, bei der gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen wie bei der Ausführung nach Fig. 2 be-

zeichnet sind. Die Druckflächen 29,30 sind an axial im Abstand hintereinander angeordneten Kolbenteilen 31,32 ausgebildet, die ihrerseits über Dichtungen 28 zu Zylinderwandbereichen 27 im strangseitigen Rohrteil 16 hin abgedichtet sind. Die beiden Zylinderwandbereiche 27 sind voneinander durch eine einwärts vorspringende Ringschulter 33 getrennt, die über Dichtungen 34 mit einem Zylinderwandbereich 35 an der Außenseite des meißelseitigen Rohrteils 17 in Dichtungseingriff steht. Dementsprechend erstreckt sich zwischen der Ringschulter 33 und den Kolbenteilen 31,33 sowie zwischen den Zylinderwandbereichen 27,35 je ein Ringraum 36 bzw. 37, von denen der Ringraum 36 über eine Entlastungsbohrung 38 mit dem Ringraum des Bohrlochs in Verbindung steht. Der Ringraum 37 hingegen ist über eine Verbindungsbohrung 39 an den zentralen Bohrspülungskanal angeschlossen, der im Bereich der Teleskopvorrichtung 14,15 von den Teilen 16,17 umgrenzt wird. Auf diese Weise wirkt auf die Druckfläche 30 der gleiche Druck, nämlich der Bohrspülungsdruck, ein wie auf die Druckfläche 29, so daß sich die aus den Drücken in der Bohrspülung abgeleiteten, axial abwärts gerichteten Kräfte addieren. Auf der dem Ringraum 37 abgewandten Seite des Kolbenteils 32 befindet sich ein Ringraum 40, der ebenso wie der Ringraum 40 in Fig. 2 mit dem Ringraum des Bohrloches am unteren Ende des äußeren Rohrteils 16 in Verbindung steht.

Der innere Rohrteil 17 besteht bei dem dargestellten Beispiel aus Montagegründen aus zwei untereinander verschraubten Abschnitten 41,42, wobei die Verschraubung über den Kolbenteil 32 als gesondertes Zwischenstück vorgenommen ist. In Abwandlung von der Ausführung nach Fig. 2 sind bei der Ausführung nach Fig. 3 die Federn 23 dem Abschnitt 42 des meißelseitigen Rohrteils 17 zugeordnet, wohingegen der Abschnitt 22 des strangseitigen Rohrteils 16 mit den Nuten der rotatorischen Kupplung versehen ist. Der obere Abschnitt des strangseitigen Rohrteils 16 ist in Fig. 3 ohne weitere Unterteilung veranschaulicht, jedoch versteht sich, daß die in Fig. 2 dargestellte Unterteilung sinngemäß auch bei einer Doppelkolbenausführung gemäß Fig. 3 vorgesehen sein kann.

Eine besonders bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß die Mittel zur Veränderung der hydraulischen Parameter durch Veränderung der Auszugslänge der Teleskopvorrichtung 14 bzw. 15 aktivierbar sind. Dies ermöglicht eine besonders einfache und schnell wirkende Anpassung der Meißelandruckkraft an sich ändernde Bohrparameter lediglich in Abhängigkeit von der Auszugslänge der Teleskopvorrichtung 14 bzw. 15, die obertägig leicht steuerbar ist und ebenso wie die Veränderung des Drucks in der Bohrspülung eine stufenlose Veränderung der Meißelandruckkraft durch Ver-

änderung der Parameter für die hydraulische Druckableitung ohne Betriebsunterbrechung ermöglicht. Die Veränderung der Meißelandruckkraft bei unverändertem Druck in der Bohrspülung hat den Vorteil, daß der Druck der Bohrspülung ausschließlich nach bohrspülungstechnischen Gesichtspunkten wie Meißelkühlung und -säuberung sowie Bohrkleintransport gewählt werden kann.

Eine erste Möglichkeit zur Veränderung der hydraulischen Parameter in Abhängigkeit von der Auszugslänge der Teleskopvorrichtung 14,15 ist in Fig.2 angedeutet und von Bypasskanälen 43 in Gestalt von Radialbohrungen in der Wandung des strangseitigen Rohrteils 16 gebildet, deren Eintrittsöffnungen vom Ringkolbenteil 26 abgedeckt sind, wenn sich der meißelseitigen Rohrteil 17 in Einschubendstellung befindet. Diese Bypasskanäle 43 sind bei einem Ausfahren des meißelseitigen Rohrteils 17 der Teleskopvorrichtung 14,15 zur Herabsetzung des auf den Ringkolbenteil 26 an dessen Flächen 25 wirkenden Drucks in der Bohrspülung fortschreitend freigebbar.

Anstelle von axial übereinander angeordneten Radialbohrungen als Bypasskanäle 43 kann auch ein sich axial erstreckender Bypass-Schlitz vorgesehen werden, der eine gleichbleibende oder in Richtung zum Drehbohrmeißel 4 hin zunehmende Breite haben kann.

Eine weitere Möglichkeit zur auszugsabhängigen Veränderung der hydraulischen Parameter verwirklicht eine besonders vorteilhafte Ausführung, wie sie in den Fig. 4 bis 6 dargestellt ist. Bei dieser Ausführung, die in ihrer Grundausbildung der nach Fig. 2 ähnlich ist, ist dem strangseitigen Rohrteil 16 ein Düsenrohrkörper 50 zugeordnet, der in Einschubendstellung des meißelseitigen Rohrteils 17 im strangseitigen Rohrteil 16 in das meißelseitige Rohrteil 17 eingreift. Der Düsenrohrkörper 50 begrenzt entweder unmittelbar mit dem Kolbenteil 26 des meißelseitigen Rohrteils 17 oder mit einem diesem zugeordneten Düsenringteil 51 einen axialen Ringspalt 52 für den Durchgang von Bohrspülung, dessen Durchflußquerschnitt sich mit zunehmender Auszugslänge der Teleskopvorrichtung 14,15 stufenlos oder wie bei dem dargestellten Beispiel in Stufen vergrößert.

Der Düsenrohrkörper 50 ist über eine mit Axialbohrungen 53 versehene, mittels eines Sicherungsrings 54 im strangseitigen Rohrteil 16 festgelegte Büchse 55 abgestützt und begrenzt mit seiner Außenseite innenseitig einen Ringraum 56 oberhalb der Büchse 55 und einen entsprechenden Ringraum 57 unterhalb dieser Büchse 55, durch welche Bohrspülung hindurchtritt, die aus dem Ringspalt 57 über den Ringspalt 52 abströmt.

Der Düsenringteil 51 ist innenseitig mit einem Verschleißring 58 versehen, der die Außenbegrenzung des Ringspalt 52 bildet, und umfaßt eine

sich abwärts erstreckende Schürze 59, die mit der Innenseite des Kolbenteils 26 in Dichtungseingriff steht. Gleichzeitig steht der Düsenringteil 51 im Bereich seines oberen Hauptteils in Dichtungseingriff mit dem Zylinderwandbereich 27 des meißelseitigen Rohrteils 17, und infolge dieser Ausbildung begrenzen der Düsenringteil 51, der Kolbenteil 26 und der Zylinderwandbereich 27 miteinander eine Ringkammer 60, die mit einem inkompressiblen Schmiermittel zur Gleitbahnschmierung gefüllt ist. Das inkompressible Schmiermittel wirkt wie ein starres Axialkraftübertragungsglied mit der Folge, daß der Düsenringteil 51 axialen Bewegungen des Kolbenteils 26 aufgrund entsprechender Axialbewegungen des meißelseitigen Rohrteils 17 gleichzeitig und gleichförmig folgt.

Der Düsenringteil 51 hat allein die Aufgabe, eine Ringkammer 60 für Schmiermittel zu bilden, die sich in ihrem Volumen an den fortschreitenden Verbrauch von Schmiermittel anpaßt. Der Düsenringteil 51 kann entfallen, wenn eine Schmierung nicht erforderlich ist. Anstelle der vom Düsenringteil 51 begrenzten Ringkammer 60 für Schmiermittel oberhalb des Kolbenteils 56 kann eine solche Ringkammer auch unterhalb des Kolbenteils 26 vorgesehen und mittels eines an seiner Unterseite von der Bohrspülung beaufschlagten Abschlußringes begrenzt sein. In einem solchen Falle bildet die Innenseite des Kolbenteils 26 oder ein an dieser vorgesehener Verschleißring die unmittelbare Außenbegrenzung des Ringspaltes 52.

Der Düsenrohrkörper 50 weist einen Mittelteil 61 auf, dessen Außenseite den Ringspalt 52 an seiner Innenseite begrenzt, wenn sich die Teile wie in Fig. 4 in oder nahe der Einschubendstellung befinden. Der Mittelteil 61 geht über eine Abschrägung 63 in einen Fortsatz 62 mit verringertem Außendurchmesser über, der in einem mittleren Auszugsbereich der Teile 16,17 zueinander, den Fig. 5 zeigt, die Innenbegrenzung für den Ringspalt 52 übernimmt. Der Querschnitt des Ringspaltes ist in diesem Auszugsbereich größer als jener, den der Ringspalt 52 in der Stellung der Teile gemäß Fig. 4, d.h. bei innenseitiger Begrenzung durch den Mittelteil 61 des Düsenrohrkörpers 50, darbietet.

Werden die Rohrteile 16,17 noch weiter ausgezogen, wie das in Fig. 6 veranschaulicht ist, dann gelangt das untere Ende des Düsenrohrkörpers 50 aus einer überlappenden Stellung mit dem Düsenringteil 51 in eine Stellung oberhalb desselben mit der Folge, daß ein freier Durchlaß 64 entsteht, der ein ungedrosseltes Abströmen von Bohrspülung aus dem Ringraum 57 gestattet.

Im Bereich des unteren Endes des Düsenrohrkörpers 50 befindet sich eine Drosselstelle 65, die einen verengten Abflußquerschnitt für Bohrspülung aus dem axialen Innenkanal 66 des Düsenrohrkörpers definiert. Auf diese Weise bildet sich in der

Bohrspülung oberhalb des oberen Endes des Düsenrohrkörpers 51 ein durch Stauwirkung erhöhter Druck aus, mit dem die Bohrspülung auch in Ringräume 56,57 gelangt und über den Düsenringteil 51 axial abwärts auf den Kolbenteil 26 einwirkt. Zwar mindert sich infolge der zunächst stärker, dann schwächer gedrosselten Abströmung von Bohrspülung aus dem Ringraum 57 über den Ringspalt 52 der auf den Düsenringteil 51 einwirkende Druck, jedoch verbleibt bis zum Herausbewegen des Düsenrohrkörpers 50 aus dem Düsenringteil 51 eine durch Drosselwirkung erhöhte, auf den Kolbenteil 26 und damit den meißelseitigen Rohrteil 16 einwirkende Druckdifferenz.

Tritt im Zuge einer Bewegung des meißelseitigen Rohrteils 17 zum strangseitigen Rohrteil 16 aus der Stellung gemäß Fig. 4 in eine Stellung gemäß Fig. 5 eine Vergrößerung des Querschnitts des Ringspaltes 52 auf, dann mindert sich der Druck im Ringraum 57 oberhalb des Düsenringkörpers 51, und diese Veränderung der hydraulischen Parameter verringert die auf den meißelseitigen Rohrteil 17 und damit auf den Drehbohrmeißel 4 axial abwärts einwirkenden Kräfte. Bei einem Übergang der Teile von der Auszugsstellung nach Fig. 5 in die Auszugsstellung nach Fig. 6 werden hydraulische Parameter wirksam, die im wesentlichen jenen nach Fig. 2 entsprechen. Maßgeblich für die Druckdifferenz sind in Fig. 2 und Fig. 6 der Druck in der Bohrspülung unmittelbar oberhalb des Düsenringteils 51 und der Druck in der Bohrspülung im Ringraum eines Bohrlochs an der Außenseite der Teleskopvorrichtung 14,15.

Anstelle der bei der Ausführung nach Fig. 4 bis 6 verwirklichten stufenweisen Änderung der hydraulischen Parameter mit der Auszugslänge der Teleskopvorrichtung 14,15 kann eine stufenlose Veränderung beispielsweise dadurch verwirklicht werden, daß der außenseitigen Begrenzungsfläche des Ringspaltes 52 eine konische Verjüngung nach unten hin vorgegeben wird, während die Innenbegrenzung des Ringspaltes 52 von einer gleichförmigen zylindrischen Außenfläche des Düsenrohrkörpers 50 gebildet ist.

Der Düsenrohrkörper 50 ist von der Büchse 55 als aufzieh- und absetzbares Bauteil abgestützt, so daß sich über einen Austausch gegen ein Düsenrohrteil mit veränderter Gestalt eine weitere Möglichkeit zur Veränderung der hydraulischen Parameter für eine hydraulische Kraftableitung gegeben ist.

Eine andere Ausführung der Mittel zur Veränderung der für die hydraulische Kraftableitung auf das meißelseitige Rohrteil 17 maßgeblichen hydraulischen Parameter zeigen die Fig. 7 und 8, in denen mit der Ausführung nach Fig. 2 übereinstimmende Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind.

Im Unterschied zur Ausführung nach Fig. 2 bildet der Kolbenteil für die hydraulische Ableitung axialer Kräfte auf den meißelseitigen Rohrteil 17 einen Differentialkolben in Gestalt eines Ringkolbenteils, der abgedichtet zwischen koaxialen Zylinderwandbereichen 27,35 des meißelseitigen und des strangseitigen Rohrteils 16,17 angeordnet und zu diesen beiden begrenzt relativ verschiebbar ist.

Der Zylinderwandbereich 35 des meißelseitigen Rohrteils 16 ist an seinem meißelseitigen Ende mit einer Mitnahmeschulter 71 für den Ringkolbenteil 70 versehen, und der Zylinderwandbereich 27 des strangseitigen Rohrteils 16 weist eine Anschlagsschulter 72 für den Ringkolbenteil 70 auf, die in einem an die Einschubendstellung angrenzenden Teilauszugsbereich des Rohrteils 17 gegenüber dem Rohrteil 16 (Fig. 7) zur Seite des Drehbohrmeißels 4 hin im Abstand vor der Mitnahmeschulter 71 am meißelseitigen Rohrteil 17 gelegen ist.

Der Ringkolbenteil 70 steht unter Einwirkung des Drucks der Bohrspülung an seiner Druckfläche 25, und solange der Differentialkolben auf der Mitnahmeschulter 71 des meißelseitigen Rohrteils 17 aufliegt, wirkt der Ringkolbenteil 70 wie ein fest mit dem meißelseitigen Rohrteil 17 verbundener Kolbenteil, dessen Außendurchmesser die wirksame hydraulische Fläche für die hydraulische Kraftableitung auf den meißelseitigen Rohrteil 17 definiert.

Passiert am Ende des an die Einschubendstellung angrenzenden ersten Teilauszugsbereiches die Mitnahmeschulter 71 die Anschlagsschulter 72, so setzt sich der Ringkolbenteil 70 auf der Anschlagsschulter 72 ab mit der Folge, daß für den zweiten Teilauszugsbereich der Außendurchmesser des Zylinderwandbereiches 35 des meißelseitigen Rohrteils 17 die für diesen wirksame hydraulische Fläche definiert.

An ihrem der Mitnahmeschulter 71 abgewandten Ende ist der Zylinderwandbereich 35 des meißelseitigen Rohrteils 17 mit einem Anschlag 73 versehen, der den zweiten Teilauszugsbereich für den meißelseitigen Rohrteil 17 begrenzt.

Die Fig. 9 bis 11 veranschaulichen eine abgewandelte Ausführung zu der nach Fig. 7 und 8, bei der eine Differential-Doppelkolbenkonstruktion verwirklicht ist. Auch in Fig. 9 bis 11 sind den Teilen in Fig. 7 und 8 entsprechende Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen. Bei der Ausführung nach Fig. 9 bis 11 ist dem Ringkolbenteil 70 ein büchsenförmiger Zusatzkolbenteil 75 zugeordnet, der auf dem Zylinderwandbereich 35 des meißelseitigen Rohrteils 17 verschieblich ist. Der Zusatzkolbenteil 75 bildet mit seiner Außenseite einen Zylinderwandbereich 76 für den Ringkolbenteil 70, der an seinen meißelseitigen Ende mit einer Mitnahmeschulter 77 für den Ringkolbenteil 70 versehen ist. Dabei ist der Zusatzkolbenteil 75 nahe seinem meißelseitigen Ende zum Zylinderwandbereich 35 des

meißelseitigen Rohrteils 17 hin abgedichtet und umgreift in seinem sich stromauf anschließenden oberen Bereich 78 den Zylinderwandbereich 35 des Rohrteils 17 im Abstand, so daß zwischen dem oberen Zusatzkolbenbereich 78 und dem Zylinderwandbereich 35 ein nach oben hin offener Ringraum 79 gebildet ist. Der Ringraum 79 ist ebenso wie ein Ringraum 80 zwischen dem oberen Bereich 78 des Zusatzkolbenteils 75 und dem Zylinderwandbereich 27 des strangseitigen Rohrteils 16 nach oben hin offen und dementsprechend für Bohrspülung zugänglich.

In der in Fig. 9 veranschaulichten der Einschubendstellung nahen Stellung der Rohrteile 16,17 zueinander wirkt auf den meißelseitigen Rohrteil 17 eine axiale, von der Bohrspülung abgeleitete hydraulische Kraft ein, die durch den Außendurchmesser des Ringkolbenteils 70 als die wirksame hydraulische Fläche definierende Größe bestimmt ist. Denn der Ringkolbenteil 70 liegt auf der Mitnahmeschulter 77 des Zusatzkolbenteils 75 und letzterer auf der Mitnahmeschulter 71 des meißelseitigen Rohrteils 17 auf, so daß beide Kolbenteile wie fest mit dem Rohrteil 17 verbunden wirken.

Bei einer Auszugsbewegung des Rohrteils 17 relativ zum Rohrteil 16 bleiben die hydraulischen Parameter unverändert, bis sich der Ringkolbenteil 70 auf der Anschlagsschulter 72 am strangseitigen Rohrteil 16 auflegt und sich bei weiterer Abwärtsbewegung des Zusatzkolbenteils 75 von dessen Mitnahmeschulter 77 abhebt, wie das in Fig. 10 veranschaulicht ist. Mit der axialen Trennung von Ringkolbenteil 70 und Zusatzkolbenteil 75 verringert sich die effektive hydraulische Fläche für die Ableitung einer Axialkraft auf den meißelseitigen Rohrteil 17 auf eine Größe, die durch den Außendurchmesser des Zylinderwandbereiches 76 des Zusatzkolbenteils 75 definiert ist.

Wird der meißelseitige Rohrteil 17 relativ zu dem strangseitigen Rohrteil 16 über die Stellung der Teile gemäß Fig. 10 hinaus weiter ausgezogen, so gelangt der Zusatzkolbenteil 75 mit der Stirnfläche 81 an einem unteren Absatz 82 mit einer weiteren Anschlagsschulter 83 am strangseitigen Rohrteil 16 in Eingriff, und bei einer weiteren Auszugs- bzw. Abwärtsbewegung des meißelseitigen Rohrteils 17 wird der Zusatzkolbenteil 75 von der Mitnahmeschulter 71 am Rohrteil 17 abgehoben mit der Folge, daß sich die wirksame hydraulische Fläche für die Ableitung axialer Druckkräfte auf den meißelseitigen Rohrteil 17 auf einen Wert verringert, der durch den Außendurchmesser des Zylinderwandbereiches 35 des meißelseitigen Rohrteils 17 definiert ist. Dementsprechend sinkt die hydraulisch auf den meißelseitigen Rohrteil 17 und damit als Meißelandruckkraft auf den Drehbohrmeißel 4 abgeleitete hydraulische Axialkraft in Stufen von einem maximalen Wert in der Stellung der

Teile gemäß Fig. 9 mit zunehmender Auszugslänge der Teleskopvorrichtung 14,15 auf einen mittleren Wert in der Stellung der Teile gemäß Fig. 10 auf schließlich einen Mindestwert, wie er bei der Stellung der Teile zueinander gemäß Fig. 11 verwirklicht ist. Nicht näher veranschaulichte Anschlüsse auf den Zylinderwandbereichen 35 und 76 können die maximale Auszugslänge einer Teleskopvorrichtung 14,15 begrenzen.

Um ein Optimum an Biegesteifigkeit für eine Teleskopvorrichtung 14,15 bei einem Optimum an ableitbarer Axialkraft zu erzielen, werden der Außendurchmesser des strangseitigen Rohrteils 16 und der die (größte) wirksame hydraulische Fläche für die Ableitung von Axialkräften auf den meißelseitigen Rohrteil 17 definierende Durchmesser so aufeinander abgestimmt, daß das Quadrat des Außendurchmessers des Rohrteils 16 geteilt durch das Quadrat des Durchmessers der wirksamen hydraulischen Fläche einen Verhältniswert ergibt, der im Bereich von 1,5 bis 2,5 liegt.

Wie eingangs schon dargelegt wurde, genügt in vielen Fällen eine einzige mit Mitteln zur Axialdruckerzeugung versehene Teleskopvorrichtung 14 bzw. 15 innerhalb einer Bohreinrichtung, jedoch können auch, wie das Fig. 1 zeigt, zwei oder mehr solcher Vorrichtungen 14,15 unmittelbar oder im Abstand hintereinander in die Bohreinrichtung eingefügt sein. Dabei können die Vorrichtungen 14,15 eine gleiche oder eine unterschiedliche Ausbildung und gleiche oder eine unterschiedliche Auslegung aufweisen, so daß unterschiedlichsten Anforderungen an eine Veränderbarkeit der hydraulischen Parameter gegeben ist, die für eine hydraulische Ableitung einer Meißelandruckkraft auf den Drehbohrmeißel 4 maßgeblich sind. Dabei können bei hintereinander angeordneten Teleskopvorrichtungen 14,15 diese eine Auslegung aufweisen, durch die sie erst nacheinander durch Ansprechen auf unterschiedliche Parameter in Funktion treten.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abteufen einer Bohrung in unterirdische Gesteinsformationen, bei dem ein stirnseitig mit einem Drehbohrmeißel versehenes über eine Teleskopverbindung zumindest bereichsweise axial relativ zu einem Bohrrohrstrang parallelverschiebliches Bohrwerkzeug durch den Bohrrohrstrang mit Bohrspülung versorgt und aus der Bohrspülung eine hydraulische Meißelandruckkraft abgeleitet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meißelandruckkraft in Abhängigkeit von sich während des Abteufens ändernden Bohrparametern durch obertägig gesteuerte Veränderung der für die hydraulische Kraftableitung maßgeblichen hydraulischen Parameter eingestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die für die Kraftableitung maßgeblichen hydraulischen Durchmesser verändert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der über die hydraulischen Durchmesser wirksame Druck in der Bohrspülung verändert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die hydraulischen Parameter durch Änderung der Auszugsstellung der Teleskopverbindung werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß für die Veränderung der hydraulischen Parameter der Volumenstrom der Bohrspülung als Steuergröße in Abhängigkeit von der Hakenlast des Bohrrohrstranges verwendet wird.
6. Bohreinrichtung mit einem über Anschlußmittel (2) mit einem Bohrrohrstrang (3) verbindbaren Bohrwerkzeug (1), das an seinem den Anschlußmitteln (2) abgewandten Ende mit einem Drehbohrmeißel (4) versehen ist, und mit zumindest einer Teleskopvorrichtung (14;15), die ein äußeres (16) und ein in diesem axial parallelverschieblich geführtes inneres Rohrteil (17) sowie Mittel (23,24) zur rotatorischen Kupplung beider Rohrteile (16,17) umfaßt, wobei das im Gleichgang mit dem Drehbohrmeißel (4) relativverschiebliche meißelseitige Rohrteil (17) zur Ableitung einer resultierenden Meißelandruckkraft zumindest eine von Bohrspülung axial beaufschlagbare Druckfläche (25;29,30) aufweist, **gekennzeichnet durch** Mittel (26;31,32;43;50;70;75) zur Veränderung der für die hydraulische Kraftableitung auf das meißelseitige Rohrteil (17) maßgeblichen hydraulischen Parameter vorgesehen sind.
7. Bohreinrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Teleskopvorrichtung (14;15) zwischen dem Bohrwerkzeug (1) und dem Bohrrohrstrang (3) angeordnet ist.
8. Bohreinrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Teleskopvorrichtung (14;15) zwischen einem oberen und einem unteren Teil des Außengehäuses (5,6) des Bohrwerkzeugs (1) eingesetzt ist.
9. Bohreinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß das meißelseitige Rohrteil das innere Rohrteil (17) der Teleskopvorrichtung (14;15) bildet und an

seinem dem strangseitigen äußeren Rohrteil (16) zugewandten Ende einen Ringkolbenteil (26) mit einer der anströmenden Bohrspülung zugewandten Kolbenfläche (25) aufweist.

10. Bohreinrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ringkolbenteil (26) am Umfang gegen einen Zylinderwandbereich (27) des strangseitigen Rohrteils (16) abgedichtet ist.

11. Bohreinrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ringkolbenteil (26) ein gesondertes, auswechselbar mit dem meißelseitigen Rohrteil (17) verbundenes Bauteil bildet und der Zylinderwandbereich (27) des strangseitigen Rohrteils (17) seinerseits an einen auswechselbar mit dem strangseitigen Rohrteil (16) verbundenen Bauteil (21) ausgebildet ist.

12. Bohreinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß das meißelseitige Rohrteil (16) mehrere, axial im Abstand hintereinander angeordnete Kolbenteile (31,32) umfaßt, die jeweils für sich eine Axialkraft ableiten, die additiv an der Bildung der resultierenden Meißelandruckkraft beteiligt ist.

13. Bohreinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mittel zur Veränderung der hydraulischen Parameter durch Veränderung der Auszugslänge der Teleskopvorrichtung (14;15) aktivierbar sind.

14. Bohreinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem strangseitigen Rohrteil Bypasskanäle (43) für Bohrspülung zugeordnet sind, die deren Eintrittsöffnungen vom Ringkolbenteil (26) abgedeckt und zur Herabsetzung des auf den Ringkolbenteil (26) wirkenden Drucks in der Bohrspülung bei einem Ausfahren des meißelseitigen Rohrteils (17) der Teleskopvorrichtung (14;15) fortschreitend freigebbar sind.

15. Bohreinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem strangseitigen Rohrteil ein Düsenrohrkörper zugeordnet ist, der in das meißelseitige Rohrteil (17) eingreift und mit dem Kolbenteil (26) des meißelseitigen Rohrteils (17) einen axialen Ringspalt (52) für den Durchgang von Bohrspülung beläßt, dessen Durchflußquerschnitt sich mit zunehmender Auszugslänge der Teleskopvorrichtung (14;15) stufenlos oder in Stu-

fen vergrößert.

16. Bohreinrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Düsenrohrkörper (50) über eine mit Axialbohrungen (54) versehene Büchse (55) im Abstand zur Innenfläche des strangseitigen Rohrteils an diesem als aufzieh- und absetzbares, austauschbares Bauteil abgestützt ist.

17. Bohreinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kolbenteil für die hydraulische Ableitung axialer Kräfte auf das meißelseitige Rohrteil (17) als Differentialkolben (70;75) ausgebildet ist.

18. Bohreinrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Differentialkolben (70) von einem Ringkolbenteil (70) gebildet ist, der abgedichtet zwischen koaxialen Zylinderwandbereichen (27,35) des strangseitigen und des meißelseitigen Rohrteils (16,17) angeordnet und zu diesen beiden begrenzt relativ verschiebbar ist.

19. Bohreinrichtung nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Zylinderwandbereich (35) des meißelseitigen Rohrteils (16) an seinem meißelseitigen Ende eine Mitnahmeschulter (71) für den Ringkolbenteil (70) und der Zylinderwandbereich (27) des strangseitigen Rohrteils (16) eine Anschlagschulter (72) für den Ringkolbenteil (70) aufweist, die in einem an die Einschubendstellung angrenzenden Teilauszugsbereich der Teleskopvorrichtung (14,15) zur Seite des Drehbohrmeißels (4) hin im Abstand vor der Mitnahmeschulter (71) am meißelseitigen Rohrteil (17) gelegen ist.

20. Bohreinrichtung nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Zylinderwandbereich (35) des meißelseitigen Rohrteils (16) an seinem der Mitnahmeschulter (71) abgewandten Ende mit einem Anschlag (73) versehen ist.

21. Bohreinrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Ringkolbenteil (70) ein büchsenförmiger Zusatzkolbenteil (75) zugeordnet ist, der auf dem Zylinderwandbereich (35) des meißelseitigen Rohrteils (17) verschieblich ist und außenseitig einen Zylinderwandbereich (76) für den Ringkolbenteil (70) bildet, der an seinem meißelseitigen Ende mit einer Mitnahmeschulter (77) für den Ringkolbenteil (70) versehen ist, wobei der Zusatzkolbenteil (75) nahe seinem meißelseitigen Ende zum Zylinderwandbereich (35) des

meißeitigen Rohrteils (17) hin abgedichtet ist und mit seinem sich stromauf anschließenden oberen Bereich (78) den Zylinderwandbereich (35) des meißeitigen Rohrteils (17) im Abstand umgreift.

5

22. Bohreinrichtung nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Seite des Drehbohrmeißels (4) hin im Abstand vor der Anschlagshulter (72) am Zylinderwandbereich (27) des strangseitigen Rohrteils (16) eine weitere Anschlagshulter (87) für einen Eingriff mit einem Absatz (82) des Zusatzkolbenteils (75) vorgesehen ist.

10

15

23. Bohreinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Quadrat des Außendurchmessers des strangseitigen Rohrteils (16) der Teleskopverbindung (14,15) geteilt durch das Quadrat des Durchmessers der größten wirksamen hydraulischen Fläche einen Verhältniswert im Bereich von 1,5 bis 2,5 ergibt.

20

24. Bohreinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere eine Axialkraft aus der Bohrspülung ableitende Teleskopvorrichtungen (14;15) in Reihe hintereinander in den Bohrrrohrstrang (3) und/oder das Außengehäuse (5,6) des Bohrwerkzeugs (1) eingesetzt sind und eine gleiche oder eine unterschiedliche Ausbildung und gleiche oder unterschiedliche Auslegung aufweisen.

25

30

35

25. Bohreinrichtung nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, daß die hintereinander angeordneten Teleskopvorrichtungen (14,15) eine Auslegung aufweisen, durch die sie nacheinander unter Ansprechen auf unterschiedliche Parameter in Funktion treten.

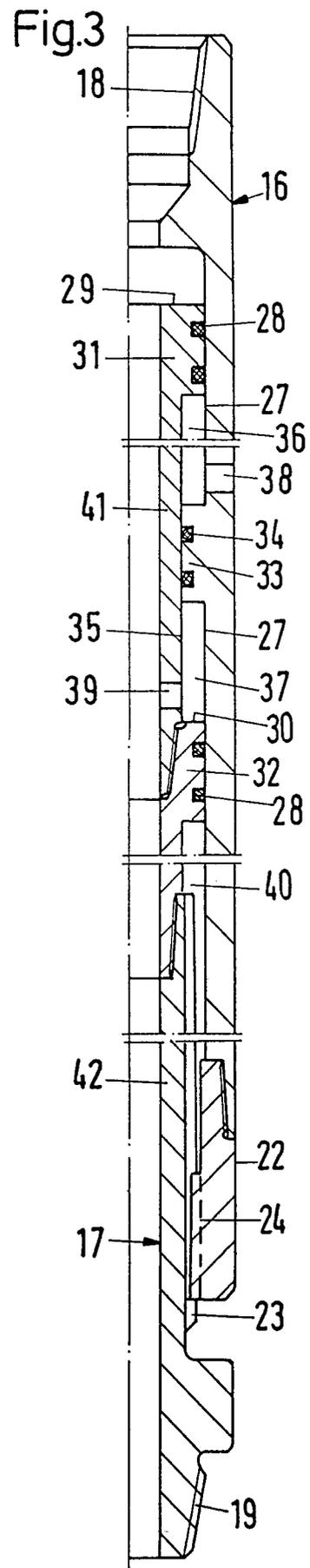
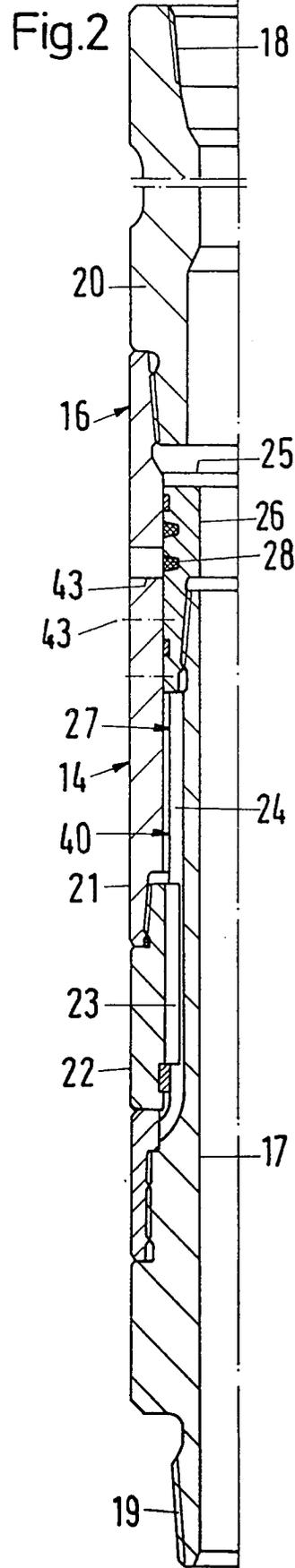
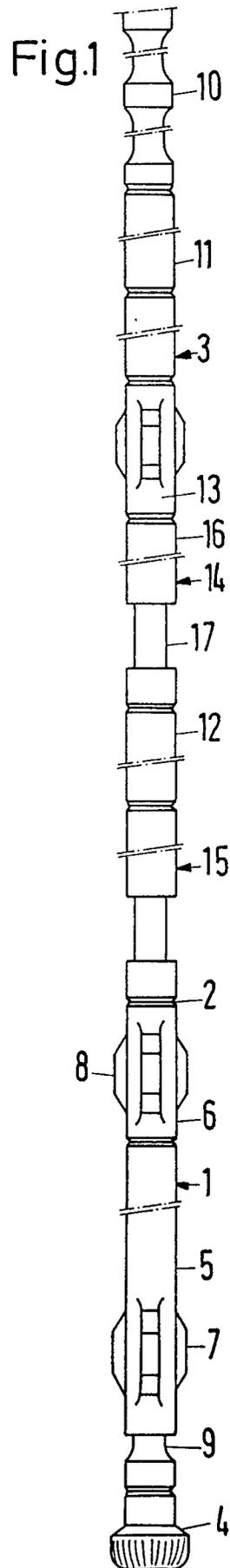
40

45

50

55

9



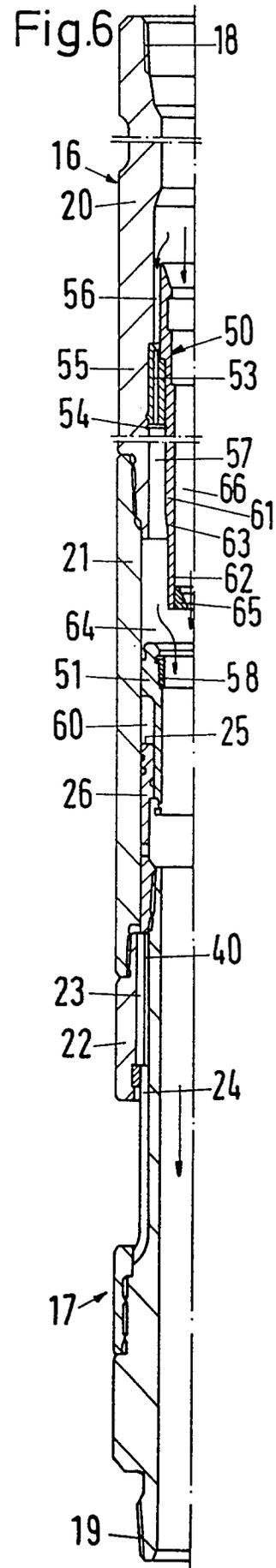
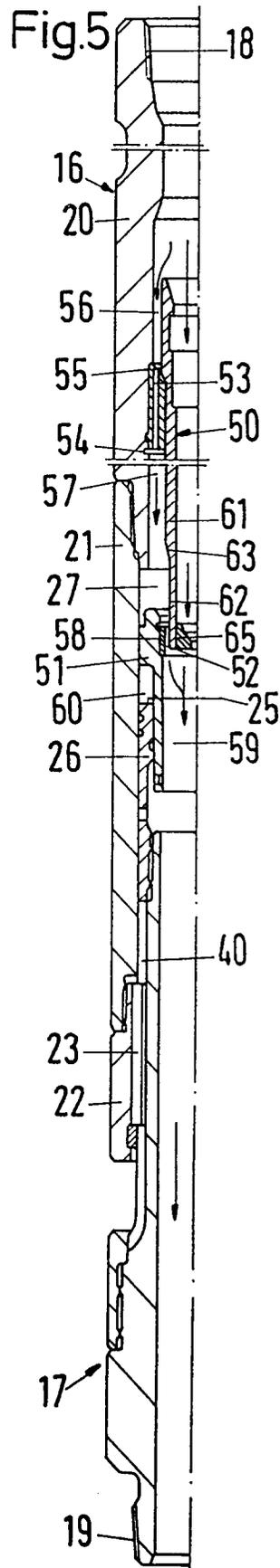
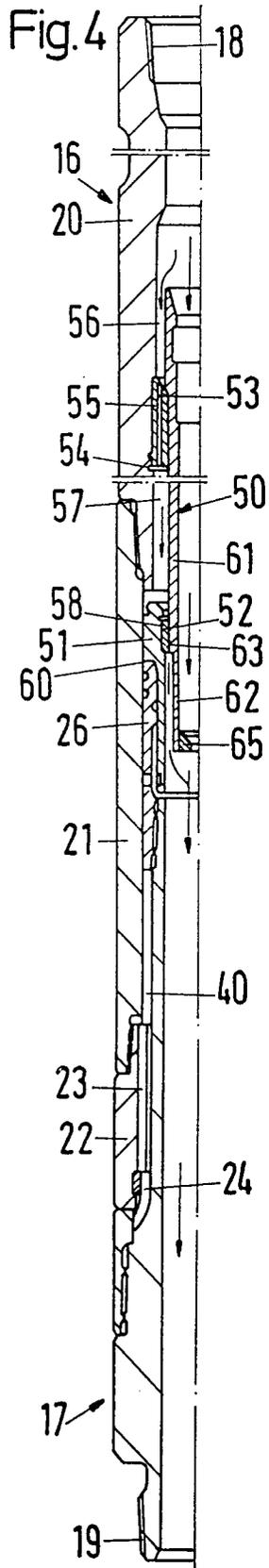


Fig.7

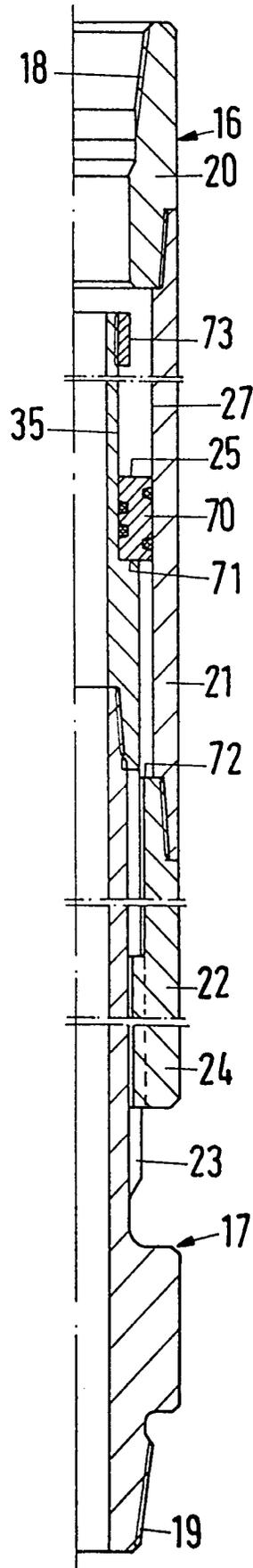


Fig.8

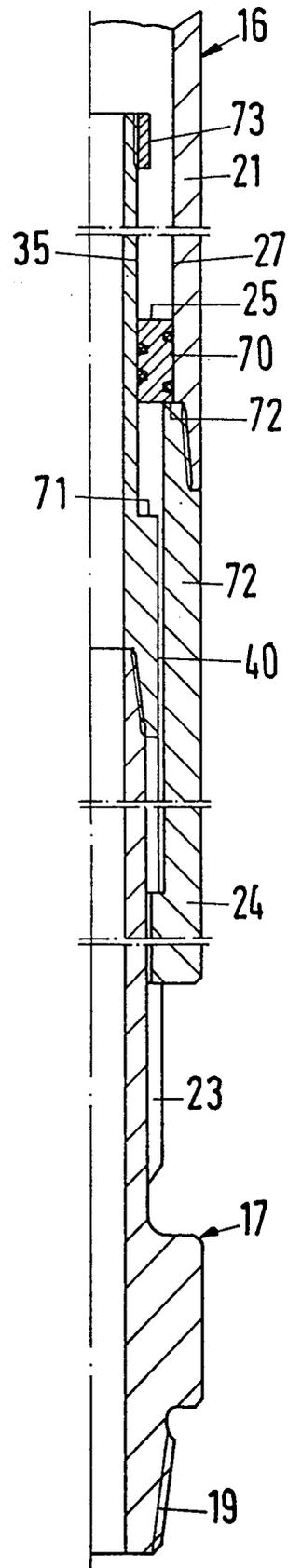


Fig.9

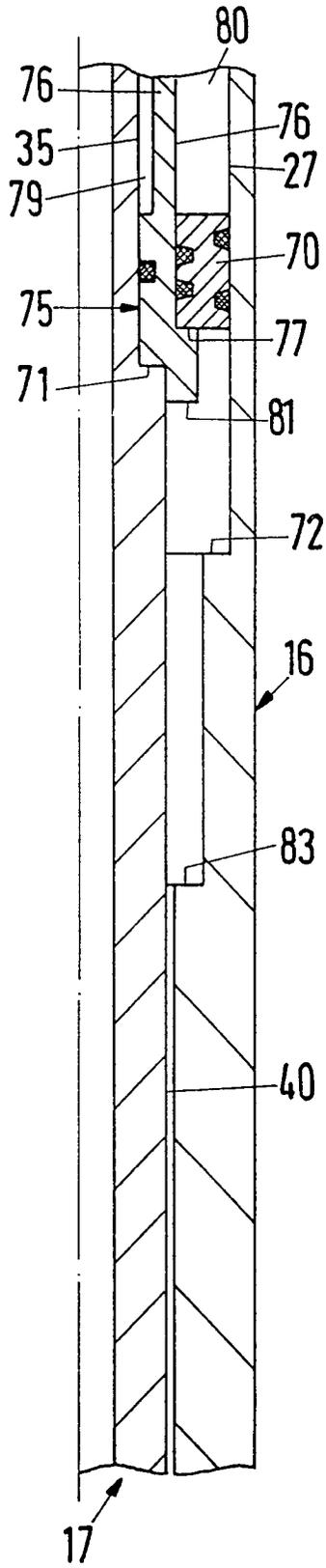


Fig.10

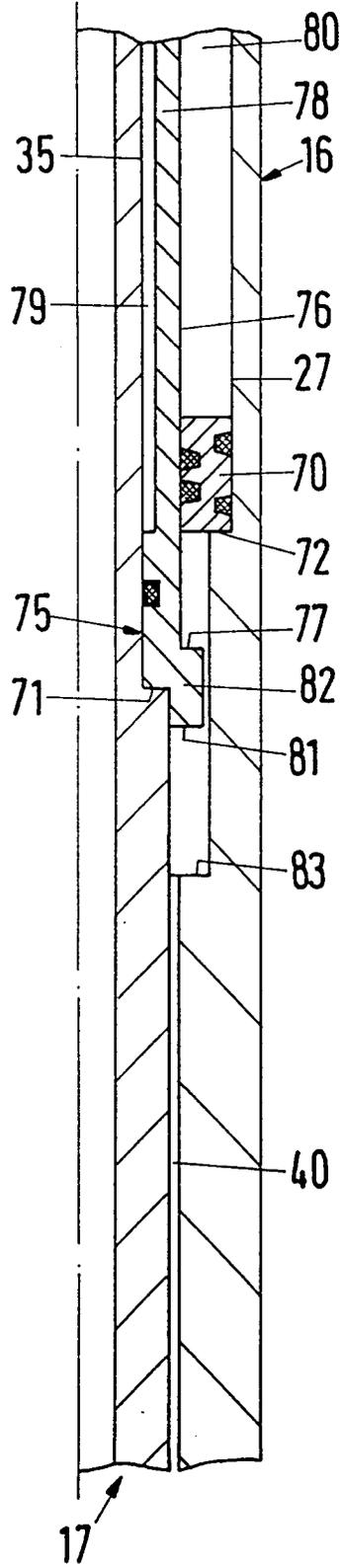


Fig.11

